

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO EN CONDICIONES SALINAS DE PLANTAS DE PIMIENTO INJERTADAS SOBRE UN NUEVO PATRÓN

¹ Departamento de Horticultura.
Instituto Valenciano de
Investigaciones Agrarias.

² Departamento de Producción Vegetal.
Universitat Politècnica de València.

Resumen

El patrón híbrido de pimiento H2, obtenido en una colaboración IVIA-UPV financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad, y actualmente en fase de registro, fue testado durante los años 2014 y 2015 en campo en condiciones de elevada salinidad de suelos y aguas. En ambos años, el patrón H2 fue injertado con el cultivar de tipo Lamuyo 'Adige', comparándolo con plantas sin injertar y con plantas de 'Adige' injertadas sobre el patrón comercial 'Antinema', en condiciones de invernadero en un ciclo primaveral en el área productora de la cooperativa de El Perelló, Valencia. Los resultados obtenidos en ambos años han permitido constatar que la técnica del injerto sobre patrones de pimiento tolerantes es una medida eficaz para soslayar los problemas de estrés salino, particularmente con el patrón H2, dando en ambos años un mayor número de frutos comerciales, especialmente de primera, como consecuencia de una menor incidencia de BER. Consecuentemente, las plantas injertadas sobre H2 dieron en ambos años unos mejores resultados económicos, capaces de compensar los mayores costes del material de plantación. Además parece que estas bondades del patrón de pimiento H2 van a ser tanto mayores cuanto más restrictivas sean las condiciones de cultivo.

Palabras clave: rendimiento, calidad, BER, híbrido, portainjerto.

En un escenario de cambio climático, cuya ocurrencia se contempla con mayor probabilidad a medida que pasa el tiempo, uno de los mayores problemas para la agricultura de las zonas costeras será el incremento de los niveles de salinidad de suelos y aguas (Palop, 2016). Ante este escenario, resulta crucial disponer de estrategias diversas que permitan a los cultivos hacer frente a este problema, para que la productividad agrícola continúe, al menos, estable. Entre estas estrategias está la utilización de la técnica del injerto utilizando patrones tolerantes a las condiciones salinas.

En los últimos años, fruto de una colaboración entre el IVIA y la UPV a través de la financiación de dos proyectos de investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación en 2010 y del Ministerio de Economía y Competitividad en 2013, se ha venido realizando una selección de genotipos de pimiento procedentes de bancos de germoplasma, principalmente del banco COMAV-UPV. Se han seleccionado en condiciones controladas de estrés hídrico y salino algunas líneas que utilizadas posteriormente como patrones y llevadas a campo, han dado muy buenos resultados en términos de produc-

ción tanto en condiciones de salinidad como en condiciones de déficit hídrico (Calatayud *et al.*, 2013; Calatayud *et al.*, 2015; Penella *et al.*, 2016), comparados tanto con las plantas sin injertar como con algunos de los patrones comerciales existentes actualmente en el mercado. Asimismo, se han identificado los mecanismos fisiológicos que utilizan estos patrones para sobreponerse a las condiciones de estreses abióticos hídricos y salinos (Penella *et al.*, 2013; Penella *et al.*, 2014; Penella *et al.*, 2015; Penella *et al.*, 2016).

En la última fase de estos trabajos se han obtenido algunos patrones híbridos mediante mejora genética clásica, como el H2 -actualmente en fase de registro-, que han mejorado el comportamiento productivo en condiciones de estrés abiótico con respecto a las accesiones parentales

seleccionadas. Estos híbridos se han testado en condiciones de campo, que para condiciones salinas se ha realizado en parcelas de El Perelló, Valencia, en colaboración con la Cooperativa Unión Protectora de esta localidad.

Los experimentos de campo con el patrón H2 se han realizado durante dos campañas, 2014 y 2015, y los resultados obtenidos son los que se presentan, analizan y se discuten en este artículo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ambos experimentos se llevaron a cabo durante la primavera-verano de 2014 y 2015, en el marco de un convenio de colaboración con la cooperativa de El Perelló, Valencia, importante zona productora de pimiento dulce en Valencia. El área productora

de la Cooperativa del Perelló se caracteriza por presentar problemas de salinidad de suelo en algunas zonas que resultan restrictivos para una producción de calidad en este cultivo, agravada por los incrementos importantes de salinidad en el agua de riego en algunos momentos del ciclo de cultivo, debido a las escorrentías del cultivo del arroz.

El cultivar utilizado fue 'Adige F1' (tipo Lamuyo; Sakata Seeds), que fue injertado sobre 'Antinema' (Sakata Seeds) y sobre el híbrido H2. Se utilizaron plantas sin injertar de "Adige" como controles. El método de injerto empleado fue el denominado "empalme". Este se realiza cortando el brote del portainjertos por debajo de los cotiledones con un ángulo de 45°, y uniéndolo al brote de la variedad comercial, cortada previamente a 45° por encima de los cotiledones, fijando la unión con un clip de unión, de manera que las zonas de corte estén en contacto. Las siembras se realizaron los días 14 noviembre 2013 y 10 noviembre de 2014; los injertos los días 20 enero 2014 y 14 enero 2015.

Las plantas se trasplantaron los días 17 de marzo 2014 y 9 marzo 2015 al suelo de un gran túnel de polietileno, de 8m de anchura, a una densidad de 2,1 plantas/m², en un diseño completamente aleatorizado con 3 repeticiones de 20 plantas por repetición.

El suelo era de textura arenosa (76% arena), con pH=8,0 y EC(1/5)=0,6-0,8 dS m⁻¹, y por tanto clasificado como salino. La conductividad eléctrica y el pH del agua de riego fue en promedio de 4,5 dS m⁻¹ y 7,60, respectivamente, con 33 meq L⁻¹ de Na⁺ y 41 meq L⁻¹ de Cl⁻. Los fertilizantes aplicados fueron los comúnmente empleados en esta zona de cultivo.

Se cosecharon frutos desde finales de mayo hasta finales de julio en los respectivos años. Los frutos se clasificaron en tres grupos atendiendo a las categorías de la cooperativa de El Perelló: comerciales de primera categoría (bien formados, sin defectos y de longitud mayor 12 cm), de segunda categoría (longitud menor de 12 cm), y no comerciales o destrío. Los no comerciales lo fueron

en su inmensa mayoría (>95%) frutos afectados por *blossom-end rot* (BER) o necrosis apical de los frutos, una fisiopatía que aparece más en condiciones de estrés salino, entre otras causas.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de la varianza (ANOVA), empleando el programa Statgraphics Plus 5.1, realizándose la separación de las medias mediante test LSD ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS

Los resultados de los dos años de estudios se presentan en las gráficas que se acompañan.

Como se puede observar hubo una notable diferencia productiva entre años, debida a un período de bajas temperaturas durante el cuajado de las flores de los primeros nudos en 2015. Este descenso productivo fue mucho más acusado en las plantas sin injertar que en las plantas injertadas. De hecho en las plantas sin injertar la producción comercial, medida como el conjunto de la producción de primera y de

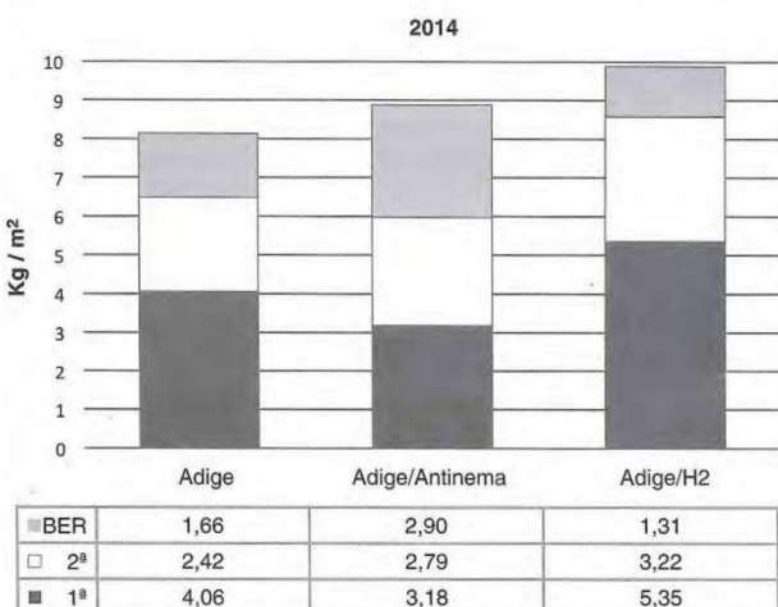


Figura 1. Producción en kg/m² de pimienta "Adige" durante la campaña del 2014 para los frutos de primera categoría, de segunda y BER en plantas sin injertar (Adige), injertadas sobre Antinema (Adige/Antinema) e injertadas sobre el patrón H2 (Adige/H2).

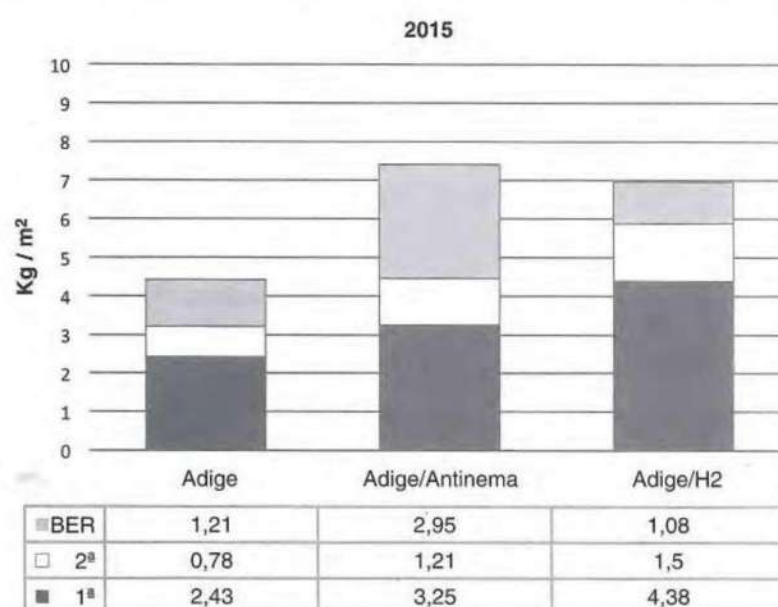


Figura 2. Producción en kg/m² de pimienta "Adige" durante la campaña de 2015 para los frutos de primera categoría, de segunda y BER en plantas sin injertar (Adige), injertadas sobre Antinema (Adige/Antinema) e injertadas sobre el patrón H2 (Adige/H2).

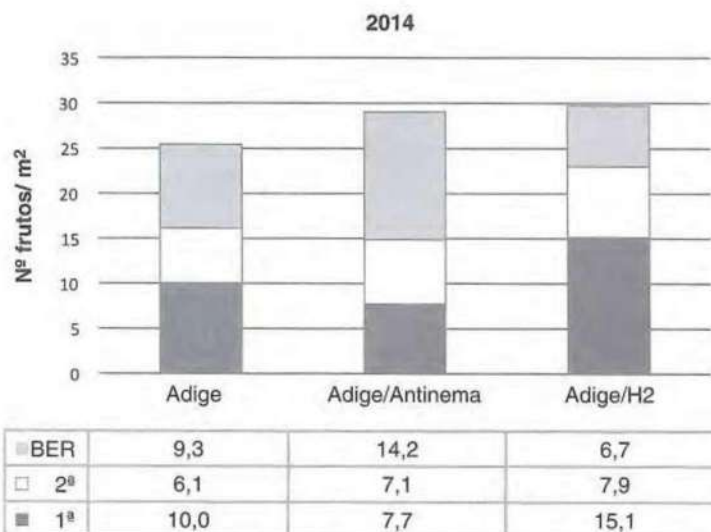


Figura 3. Número de frutos de pimiento "Adige" durante la campaña del 2014 para los frutos de primera categoría, de segunda y BER en plantas sin injertar (Adige), injertadas sobre Antinema (Adige/Antinema) e injertadas sobre el patrón H2 (Adige/H2).

segunda, fue 3,27 kg/m² menor en 2015 que en 2014 (de 6,48 a 3,21 kg/m²), mientras que en las plantas injertadas sobre 'Antinema' o sobre H2 las diferencias entre 2014 y 2015 fueron de 1,51 y 2,69 kg/m² (un 25% y 32% menor) respectivamente. Las plantas injertadas soportaron mejor este efecto adverso del clima que las plantas no injertadas.

Analizando la producción de frutos de primera categoría, que en promedio suelen triplicar los precios de los de segunda, en ambos años la producción de primera obtenida con las plantas injertadas sobre H2 fue sensiblemente mayor que la obtenida sobre 'Antinema' o las plantas sin injertar. La diferencia en la producción de primera fue de: 1,29 kg/m² (H2 vs Adige) y 2,17 kg/m² (H2 vs Antinema) en 2014, y de 1,95 y 1,13 kg/m² en 2015, respectivamente. Comparando la producción comercial total (primera más segunda) se observa que fue también superior con el patrón H2 que con 'Antinema' o que en las plantas sin injertar con unas diferencias de: 2,60 y 2,10 kg/m² en 2014, y 1,42 y 2,67 kg/m² en 2015, respectivamente.

En resumen, las plantas injertadas sobre H2 dieron en 2014 un 32% más producción de primera que las plantas sin injertar y un 68% más que las injertadas sobre 'Antinema', mientras que en 2015 con H2 se

obtuvo un 80% más de primera que con las plantas sin injertar y un 35% más que las injertadas sobre 'Antinema'. Considerando la producción comercial total (primera más segunda), en 2014 las plantas injertadas sobre H2 produjeron un 32% más que las no injertadas y un 83% más que las injertadas sobre 'Antinema', mientras que en 2015 dieron un 44% y un 32% más que las no injertadas o las injertadas sobre 'Antinema'.

Estas diferencias en producción entre las tres combinaciones de plantas se debieron a diferencias en el número de frutos cosechados de cada categoría. Así, en ambos años, el número total de frutos fue mayor en las plantas injertadas, pero el número de frutos afectados por BER, fue en los dos años muy inferior en las plantas injertadas sobre H2, lo que explica el mayor rendimiento comercial obtenido con el patrón H2.

Variedad	Producción (kg/m²)		Precio (€/kg)		Valor producción (€/m²)	Valor plantas (€/m²)	Coste producción (€/m²)	Margen bruto (€/m²)	
	1ª	2ª	1ª	2ª					
2014	Adige	4,06	2,42	1,00	0,30	4,79	0,34	2,29	2,50
	A/Antinema	3,18	2,79	1,00	0,30	4,02	1,37	3,32	0,70
	A/H2	5,35	3,22	1,00	0,30	6,32	1,37	3,36	2,95
2015	Adige	2,43	0,78	1,00	0,30	2,66	0,34	2,29	0,38
	A/Antinema	3,25	1,21	1,00	0,30	3,61	1,37	3,36	0,25
	A/H2	4,38	1,50	1,00	0,30	4,83	1,37	3,36	1,47

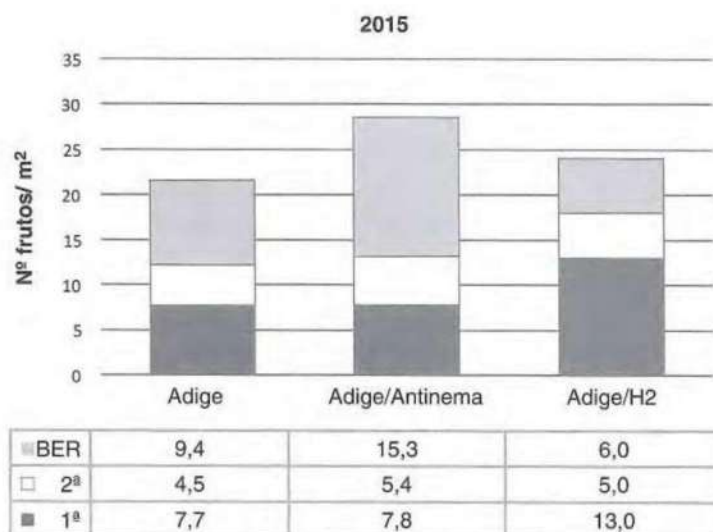


Figura 4. Número de frutos de pimiento "Adige" durante la campaña del 2015 para los frutos de primera categoría, de segunda y BER en plantas sin injertar (Adige), injertadas sobre Antinema (Adige/Antinema) e injertadas sobre el patrón H2 (Adige/H2).

Por otra parte, en relación al impacto económico de las plantas injertadas, y en concreto del híbrido H2, los frutos de primera y segunda categoría se pagaron al productor, en esos años y en promedio, a 1,0 y 0,3 €/kg respectivamente, mientras que el coste de las plantas fue de 0,16 €/planta para las sin injertar y 0,65 €/planta para las injertadas sobre 'Antinema' y H2 respectivamente, suponiendo el mismo coste para ambos patrones. Ello que se tradujo en un coste del material de plantación de 0,35 y 1,43 €/m² ya que se utilizaron 2,1 plantas/m².

Teniendo en cuenta que el coste de producción de un cultivo de pimiento sobre una variedad sin injertar como 'Adige', bajo un gran túnel de plástico, en el ámbito de la cooperativa de El Perelló es de 2,29 €/m², los resultados económicos que se obtuvieron en ambos años para cada formato de planta utilizado se presentan en la siguiente tabla:

CONCLUSIONES

Con este estudio se confirma que:

- La técnica del injerto sobre patrones tolerantes en pimiento resulta una medida eficaz para soslayar los problemas de estrés salino.

- El nuevo patrón H2 obtenido por el IVIA-UPV se confirma como un patrón capaz de paliar los problemas ocasionados por los elevados niveles de conductividad eléctrica que puedan presentarse, dando una mayor producción de frutos comerciales, como consecuencia, entre otras cosas, de una menor susceptibilidad al número de frutos por BER.

- En consecuencia, el resultado económico del patrón H2 en los dos años de experimentación ha sido muy favorable y por tanto podría ser de gran interés para el productor de pimiento, ya que la mayor producción comercial, principalmente de frutos de primera, ha sido suficientemente grande como para compensar el

coste adicional que puede suponer tanto la labor del injerto como el precio de la semilla del patrón utilizado.

-Por otra parte, el mayor resultado económico obtenido por el patrón H2, parece que va a ser tanto mayor como cuanto más restrictivas resulten las condiciones de cultivo para una determinada variedad sin injertar, tal y cómo ha sido contrastado.

AGRADECIMIENTOS

Estos experimentos fueron financiados por el proyecto de investigación RTA2013-00022-C02-01 del Ministerio de Economía y Competitividad.

Agradecemos enormemente también a la Cooperativa de El Perelló sus facilidades para la realización de estos experimentos.

BIBLIOGRAFÍA

Calatayud A., Penella C., Marsal J.I., San Bautista A., López-Galarza S., González-Nebauer S. 2013. Utilización del injerto en pimiento como solución frente a suelos salinos. *Agrícola Vergel*, 363: 63-68.

Calatayud A., Penella C., Penella V., Marsal J.I., Bonet, L., González-Nebauer S., San Bautista A., López-Galarza S. 2015. Respuesta de las plantas injertadas de pimiento en condiciones de estrés hídrico: influencia del injerto y del patrón. *Agrícola Vergel*, 381: 84-86.

Palop S.F. 2015. Proceso ecológicos y ambientales en el humedal de l'Albufera de Valencia. Construcción de escenarios de futuro. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València.

Penella C., Nebauer S.G., San Bautista A., Gorbé E., Calatayud A. 2013. Evaluation for salt stress tolerance of pepper genotypes to be used as rootstocks. *J. Food Agric. Environ.* 11, 1101-1107.

Penella C., Nebauer S.G., San Bautista A., López-Galarza S., Calatayud A. 2014. Rootstock alleviates PEG-induced water stress in grafted pepper seedlings: physiological responses. *J. Plant Physiol.* 171, 842-851.

Penella C., Nebauer S.G., Quiñones A., SanBautista A., López-Galarza S., Calatayud A. 2015. Some rootstocks improve pepper tolerance to mild salinity through ionic regulation. *Plant Sci.* 230, 12-22.

Penella C., Landi M., Guidi L., González-Nebauer S., Pellegrini E., San Bautista A., Remorini D., Nali C., López-Galarza S., Calatayud A. 2016. Salt-tolerant rootstock increases yield of pepper under salinity through maintenance of photosynthetic performance and sinks strength. *Journal of Plant Physiology*, 193: 1-11.

Penella C., San Bautista A., López-Galarza S., Calatayud A. 2016. El injerto en pimiento como estrategia para hacer frente a estreses abióticos. *Vida Rural*, 409: 68-71.

Projar consigue el modelo de utilidad para su sistema Fruitponic

Grupo Projar ha conseguido el modelo de utilidad para su sistema Fruitponic, desarrollado junto al Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias -IVIA-, y que traslada al cultivo de frutales las ventajas del cultivo hidropónico de hortalizas.

Ésta es una de las novedades que la empresa presentará en la próxima edición de *Fruit Attraction* que se celebra en Madrid del 5 al 7 de octubre.

Se trata de un sistema que incorpora unas bolsas de cultivo con un sustrato especial hacia las que se dirigen las raíces de los árboles frutales y permite que mejoren su desarrollo en condiciones de escasez de agua o baja fertilidad del suelo. El sistema se adapta al crecimiento de las raíces, y en caso de elimi-

nar las bolsas, el árbol no se resiente porque no es dependiente de este sustrato.

Productos para berries e hidroponía

Junto a esta innovación, Grupo Projar presentará sus soluciones para el cultivo de berries y que están permitiendo su introducción en Marruecos y México de manera notable. Projar está especializada en soluciones hidropónicas para el cultivo de arándano y frambuesa, y que están permitiendo a la empresa crecimientos por encima de sus expectativas.

Otro de los productos con los que Projar acudirá a la feria *Fruit Attraction* es el denominado Golden Grow Hydroponic, dirigido al cultivo de productos hortícolas. Este producto utiliza la fibra de coco

de fabricación propia de Projar para permitir incrementar la producción de los cultivos hortícolas. Además proporciona una mayor homogeneidad en los cultivos. Actualmente Projar distribuye este producto en varios países de Latinoamérica, España, Portugal, Canadá y Túnez, entre otros.

El stand de Projar también tendrá sitio para un producto más, el Easyplanter, unos bolsos individuales de cultivo hidropónico para el tomate, pimiento, calabacín, berenjena o fresa, cuya ventaja es aislar la planta de forma individual para que capte los nutrientes necesarios y no se contagie de enfermedades.

www.projargroup.com